

Development of High Strength Magnesium Alloy Wire

Yukihiro OISHI, Nozomu KAWABE, Akihito HOSHIMA, Youich OKAZAKI
and Akira KISHIMOTO

Magnesium is the lightest metal among all structural metal materials. Its density is less than one-quarter of that of iron and about two-third of that of aluminum. Magnesium alloy has high specific strength and high damping capacity, shields against electromagnetic interference, and can be easily recycled. These features make magnesium alloy ideal for use in portable electronic equipment and automotive parts. However, due to its crystal structure, magnesium alloy has poor workability at room temperature. Magnesium alloy goods were made only by die casting. Moreover, the alloy's strength and toughness needed to be further enhanced. By exploiting its unique technologies of drawing and heat treatment, Sumitomo Electric Industries, Ltd. succeeded in developing a high-strength, more flexible magnesium alloy wire. The tensile strength of this highly accurate magnesium alloy wire is about 20 percent higher than conventional extruded magnesium alloy material. These features are largely due to the alloy's fine grain size. The developed high-strength magnesium alloy wire has a wide range of potential applications in reinforcement materials, welding wire, screws, leisure and sporting goods, and automotive parts.

1. Introduction

Magnesium is the lightest metal among all structural metals. Its density is less than one-quarter of that of iron and is about two-thirds of that of aluminum. Furthermore, magnesium alloy has high damping capacity, shields against electromagnetic interference, and can be easily recycled. These features make magnesium alloy ideal for use in portable electronic equipment, such as cellular phones and notebook PCs, and automotive parts.

Most magnesium alloy products are manufactured through casting processes such as die-casting and thixomolding. This is because magnesium has poor plastic formability at room temperature due to its crystal structure. However, wrought magnesium alloy manufactured by the plastic forming process has excellent mechanical properties. Consequently, in order to expand the magnesium alloy product market, it is required that wrought alloy products as well as the cast alloy products be developed to a greater extent hereafter. For this reason, there have been a number of studies on the plastic forming processes of magnesium alloy, such as rolling⁽¹⁾, forging, and extrusion^{(2), (3)}. This paper provides the results of evaluations of tensile and fatigue properties of drawn magnesium alloy wire.

2. Physical properties and formability of magnesium

Table 1 shows the physical properties of magnesium. Its density is 1.74 g/cm³, which is less than one-quarter of that of iron and two-thirds of that of aluminum. Magnesium's melting point and specific heat are almost the same as those of aluminum. The Young's modulus and shear modulus of magnesium are about

Table 1. Physical properties of Metals

	Mg	Al	Ti	Fe	Cu
Lattice Structure	HCP	FCC	HCP	BCC	FCC
Density (g/cm ³)	1.74	2.70	4.51	7.87	8.93
Melting Point (°C)	650	660	1668	1535	1083
Specific Heat (cal/g·°C)	0.24	0.22	0.13	0.11	0.09
Young's Modulus (GPa)	45	76	114	190	136
Shear Modulus (GPa)	17	26	45	80	44
Electrical Conductivity (%IACS)	39	64	3.1	18	100
Thermal Conductivity (W/m·K)	167	238	16	73	394

two-thirds of those of aluminum. The electrical conductivity and thermal conductivity of magnesium are relatively high.

Figure 1 shows the lattice structure and slip systems of magnesium. Magnesium with a hexagonal close-packed (hcp) crystal structure has poor formability at room temperature, because hcp structure is deformed by basal slip of (0001)<1120> alone at low temperature. Magnesium has high ductility at elevated temperatures, because the prismatic slip system of {1010}<1120> and pyramidal slip system of {1011}<1120> can act only at

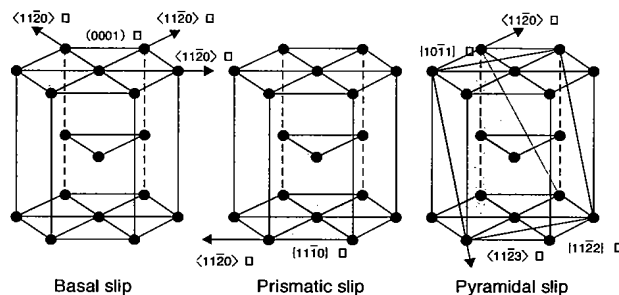


Fig. 1. Slip system of magnesium

high temperature. Therefore, commercially available magnesium is deformed as desired at elevated temperature. For example, plastic processes for magnesium, such as rolling, forging and extrusion, are usually performed at elevated temperatures. Figure 2 shows a schematic of drawing process used in this study. In the process, a magnesium wire was preheated before being drawn.

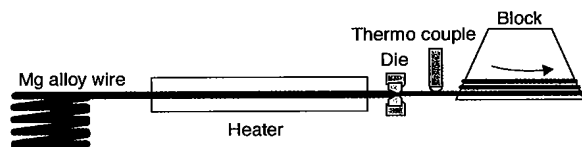


Fig. 2. Schematic of wire drawing system

3. Chemical composition

Mg-Al-Zn alloys, which are widely used, were used in this development. Sumitomo Electric has developed a high strength magnesium alloy wire not by designing new alloys but by controlling the grain size of common alloys. The chemical compositions used for the development are shown in Table 2. They are AZ31 alloy and AZ61 alloy. AZ31 alloy includes 3% of Al and 1% of Zn. AZ61 alloy includes 6% of Al and 1% of Zn.

Table 2. Chemical composition of Mg alloy								mass%
	Al	Zn	Mn	Si	Cu	Ni	Fe	Mg
AZ31	2.9	0.77	0.40	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	Bal.
AZ61	6.4	0.77	0.35	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	Bal.

4. Properties of developed magnesium alloy wire

4-1 Experimental procedure

The manufacturing process of specimens is shown in Fig. 3. An extruded material, which is 6.0 mm in diameter, was drawn to 3.0 mm in diameter. The drawn wire was subsequently heat-treated at various temperatures between 200°C and 450°C for one hour. The specimens were then subjected to the tensile test and fatigue test. To investigate the fatigue property, Nakamura-type rotating bending fatigue tests were carried out. The

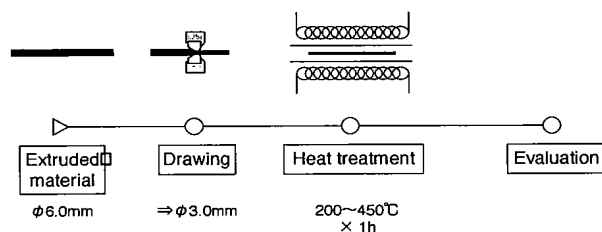


Fig. 3. Manufacturing process of Mg alloy wire

number of the upper limits in cycles was fixed to 1×10^8 . Another extruded wire, which is 3.0 mm in diameter, was similarly evaluated as a conventional material.

4-2 Tensile property

The tensile properties of the drawn AZ31 wire are shown in Fig. 4. This figure shows the effect of annealing temperature on the tensile properties of AZ31. The arrows in the figure represent the tensile properties of the extruded material before being drawn. The points plotted at 20°C of annealing temperature indicate the tensile properties of the as-drawn wire. The tensile strength (TS) of the as-drawn wire was about 1.4 times as high as that of the extruded material. The yield strength (YS) of the as-drawn wire was about 1.9 times as high as that of the extruded material. On the other hand, the elongation (EL) of the as-drawn wire was lower than that of the extruded material.

Figure 4 shows that annealing temperature affects the tensile properties of the drawn wire. The tensile strength and yield strength decreased with an increase in the annealing temperature. At an annealing temperature of 450°C, the tensile strength and yield strength approached the value of the extruded material. On the other hand, the elongation and reduction of area (RA) increased by annealing. At an annealing temperature

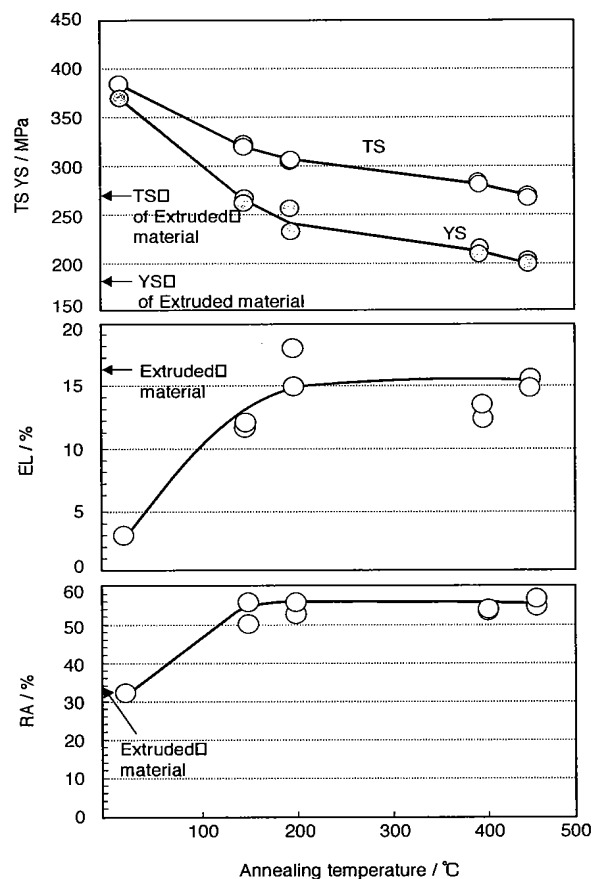


Fig. 4. Tensile properties of AZ31 alloy wire

above 200°C, the elongation and reduction of area became constant.

Figure 5 shows the effect of annealing temperature on the tensile properties of AZ61 alloy. The tensile strength of the as-drawn wire was about 1.3 times as high as that of the extruded material. The yield strength of the as-drawn wire was about 1.8 times as high as that of the extruded material. The tensile and yield strength decreased with an increase in the annealing temperature. On the other hand, the elongation and the reduction of area increased by annealing. The lowest annealing temperature that can recover the elongation of AZ61 shifted to a higher temperature as compared with AZ31 alloy. This difference results from the fact that the recrystallization temperature of AZ61 is higher than that of AZ31.

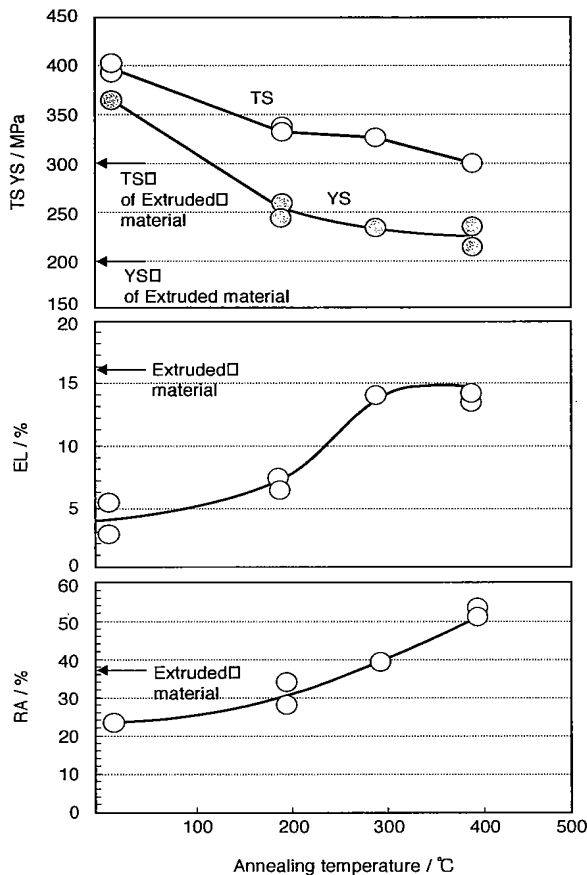


Fig. 5. Tensile properties of AZ61 alloy wire

The tensile properties of the extruded material, as-drawn wire, and annealed wire are shown in Fig. 6. For AZ31 alloy, the property of the annealed wire at a temperature of 200°C is plotted in this figure. For AZ61 alloy, that of annealed wire at a temperature of 250°C is plotted. The as-drawn wire was characterized by its high tensile strength and yield strength. The annealed wire was characterized by a good balance between strength and elongation. As a result, the ductility of the annealed wire was equivalent to that of the extruded material,

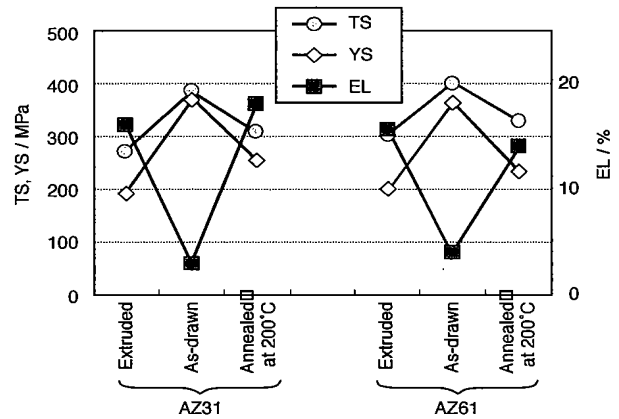


Fig. 6. Tensile properties of drawn wire and extruded wire

while the tensile strength was higher than that of the extruded material. The tensile strength of the annealed AZ31 was 308MPa, and that of the annealed AZ61 was 329MPa. These properties characterize the developed wire.

4.3 Microstructure

Photo 1 shows the optical microstructures of the extruded, drawn and annealed wires. A longitudinal section of each wire was observed. The direction of the arrow corresponds to the axial direction of wire. The extruded wire had relatively large grains: in a typical case, 20.9 μ m. Deformed grains and a number of twin deformations were observed in the as-drawn wire. This

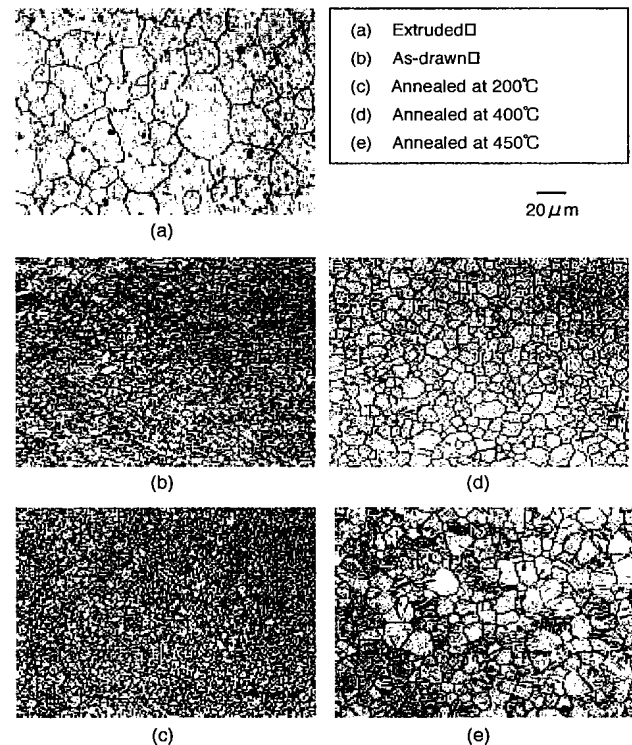


Photo 1. Microstructure of AZ31 alloy wire

indicates that twin deformation contributes largely to the plastic deformation of the magnesium alloy. Recrystallized microstructures were observed in the wires annealed at temperature between 200°C and 450°C. **Figure 7** shows the relation between grain size and annealing temperature. The grain size increased with the rise in annealing temperature. This result indicates that the increase in the high tensile and yield strength of the as-drawn wire is due to work hardening. The tensile and yield strengths of the annealed wire depend on the recrystallized grain size. The relation between the yield strength and the square root of the grain size is shown in **Fig. 8**. The result of the extruded material is also plotted in this figure. The yield strength was proportional to the square root of the grain size, that is, obeying the Hall-Petch law. The grain size of the wire annealed at 200°C was 3.9 μm . This fine grain size is one of the characteristics of the developed wire, and achieves a good balance between strength and ductility.

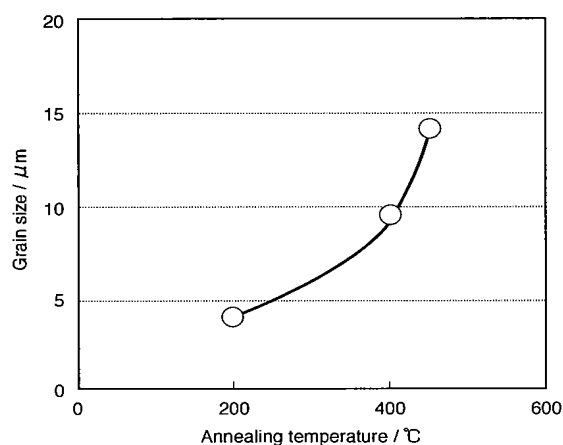


Fig. 7. Effect of annealing temperature on grain size

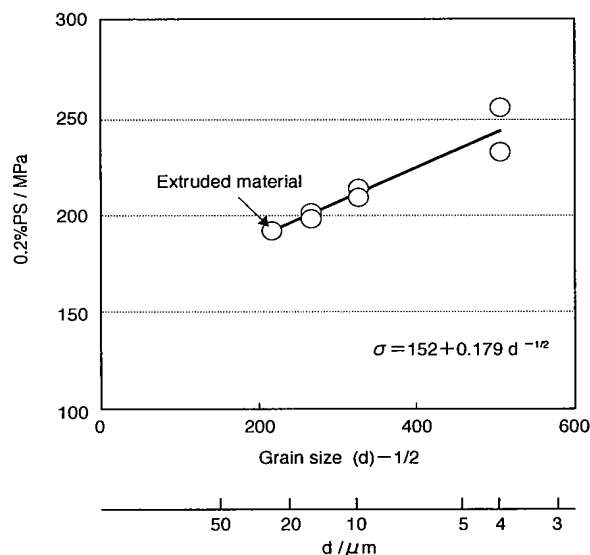


Fig. 8. Relationship between grain size and yield strength

4-4 Fatigue property

The result of rotating bending fatigue test for AZ31 is shown in **Fig. 9**. The annealing temperature influenced the fatigue properties. The fatigue strength increased with an increase in the annealing temperature. The high strength wire with fine grains had high fatigue strength. The fatigue strength of the extruded material was 90 MPa, whereas that of the wire annealed at 200°C was 105 MPa. It is 17% higher than that of the extruded material.

The fatigue property of AZ61 is shown **Fig. 10**. The fatigue strength of the extruded material was 90 MPa, whereas that of the wire annealed at 200°C was 115 MPa. It is 44% higher than that of the extruded material.

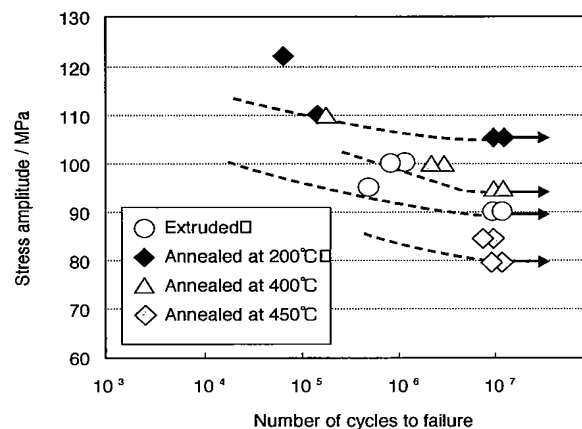


Fig. 9. Effect of annealing temperature on fatigue strength (AZ31 alloy)

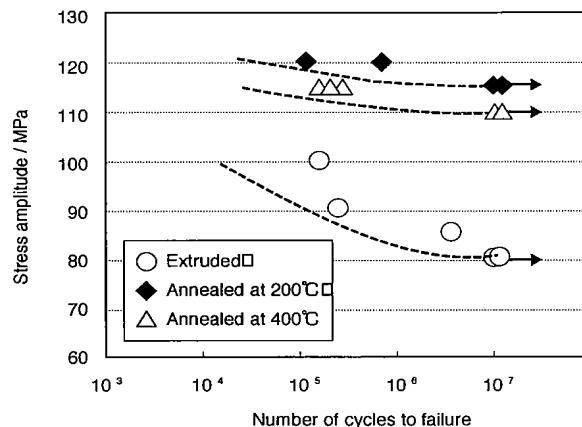


Fig. 10. Effect of annealing temperature on fatigue strength (AZ61 alloy)

4-5 Other characteristics

The developed magnesium alloy wire and coiled springs are shown in **Photo 2**. The developed wire, which has high ductility, can be coiled at room temperature. The springs in this photograph were coiled at room temperature. **Photo 3** shows SEM images of the surface of the developed wire and of the conventional extruded material. The surface of the developed wire is

smoother than that of the extruded material.

In the development, the authors also attained a capability to manufacture a fine magnesium alloy wire. The diameter of the finest wire that can be manufactured by drawing is $150\ \mu\text{m}$. Furthermore, the manufacturing of the wire having a non-round-shaped cross section has been accomplished.

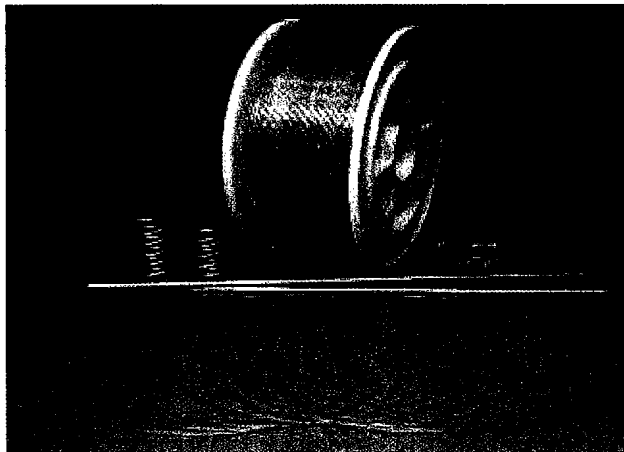
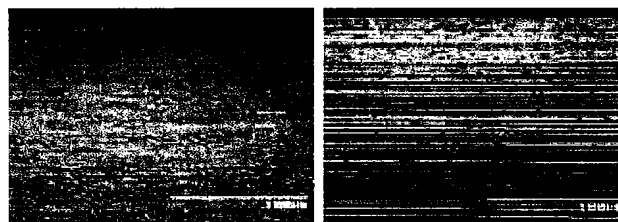


Photo 2. Magnesium wire and coiled springs



(a) Drawn wire

(b) Extruded material $50\ \mu\text{m}$

Photo 3. SEM images of wire surface

5. Conclusion

Sumitomo Electric developed a magnesium alloy wire having higher tensile strength and fatigue strength than any conventional extruded magnesium alloy wire. Furthermore, the developed wire has high dimensional accuracy. It has a wide range of potential applications in reinforcement materials, welding wires, screws, leisure and sporting goods, and automotive parts.

References

- (1) Shimizu, Materials Science & Technology, vol.71, P25 (2001)
- (2) Oki and Miyamoto, J.JSTP, vol.42, P485 (2001)
- (3) Murai, Matsuoka, Miyamoto, and Oki, J. Japan Inst. Light Metals, vol.10, P539 (2001)

Contributors

Y. OISHI

- Assistant Manager, Core Technology 2nd R&D Department, Itami R&D Laboratories

N. KAWABE

- Chief Research Associate, Core Technology 2nd R&D Department, Itami R&D Laboratories

A. HOSHIMA

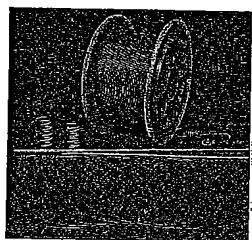
- Sumitomo (SEI) Steel Wire Co.

Y. OKAZAKI

- Sumitomo (SEI) Steel Wire Co.

A. KISHIMOTO

- Technical Director, P.T.Sumiden Serasi Wire Products



高強度マグネシウム合金ワイヤの開発

大石 幸広・河部
岡崎 庸一・岸本

望・星 間 昭 人
明

Development of High-Strength Magnesium Alloy Wire — by Yukihiro Oishi, Nozomu Kawabe, Akihito Hoshima, Youich Okazaki and Akira Kishimoto — Magnesium is the lightest metal among all structural metal materials. Its density is less than one-quarter of that of iron and about two-third of that of aluminum. Magnesium alloy has high specific strength and high damping capacity, shields against electromagnetic interference, and can be easily recycled. These features make magnesium alloy ideal for use in portable electronic equipment and automotive parts. However, due to its crystal structure, magnesium alloy has poor workability at room temperature. Magnesium alloy goods were made only by die casting. Moreover, the alloy's strength and toughness needed to be further enhanced. By exploiting its unique technologies of drawing and heat treatment, Sumitomo Electric Industries, Ltd. succeeded in developing a high-strength, more flexible magnesium alloy wire. The tensile strength of this highly accurate magnesium alloy wire is about 20 percent higher than conventional extruded magnesium alloy material. These features are largely due to the alloy's fine grain size. The developed high-strength magnesium alloy wire has a wide range of potential applications in reinforcement materials, welding wire, screws, leisure and sporting goods, and automotive parts.

1. 結 言

マグネシウムは、その比重が鉄の1/4以下、アルミニウムの約2/3であり、構造用金属の中で最も比重の小さい金属である。マグネシウム合金は、リサイクル性、電磁波シールド性、放熱性、振動吸収性などの他の優れた特徴を持つことから、携帯電話やノートパソコン等の携帯電子機器の筐体をはじめ、自動車部品などに広く使用されている。マグネシウム合金の成形体には、ダイカストおよびチクソモールドによって製造される鋳造材と、圧延、鍛造、押出しなどによる展伸材の2種があるが、現在実用化されている成形体のほとんどは鋳造材である。その理由には、マグネシウム合金が結晶構造上の理由から、室温での塑性加工が困難であることがあげられる。しかし、展伸材は鋳造材と比較して、強度や延性など機械的特性に優れる利点がある。従って、今後マグネシウム合金の成形体が、大きく市場を拡大していくためには、鋳造材の普及だけでなく、機械的特性に優れた展伸材の本格的な実用化が不可欠である。そのような理由から現在、板材などの圧延加工⁽¹⁾、棒材や形材などの押出加工⁽²⁾、⁽³⁾、鍛造加工⁽⁴⁾やプレス加工⁽⁵⁾など、様々な塑性加工技術に関する研究開発が行われている。

当社は、引抜き加工により、従来の鋳造材や押出材と比べ高強度化したマグネシウム合金ワイヤの開発に成功した。今後、携帯用電子機器などのネジ、補強用部材、溶接線、レジャースポーツ用品、自動車部品などの新たな用途

への適用を期待している。

ここでは、マグネシウム合金ワイヤの基本特性として引張特性および疲労特性を評価した結果を報告する。

2. マグネシウムの物性および加工性

表1にマグネシウムの金属としての物性値を示す。比重は、1.74であり、鉄の1/4以下、アルミニウムの約2/3である。融点や比熱などはアルミニウムとほぼ同等の値を示す。ヤング率および剛性率は、アルミニウムの約2/3であり、比重比とほぼ等しい。また、電気伝導率および熱伝導率は、アルミニウムに次いで高い値を有している。

表1 金属の物理的性質

性質	Mg	Al	Ti	Fe	Cu
結晶構造	HCP	FCC	HCP	BCC	FCC
比重	1.74	2.70	4.51	7.87	8.93
融点 (°C)	650	660	1668	1535	1083
比熱 (cal/g・°C)	0.24	0.22	0.13	0.11	0.09
ヤング率 (GPa)	45	76	114	190	136
剛性率 (GPa)	17	26	45	80	44
電気伝導率 (% IACS)	39	64	3.1	18	100
熱伝導率 (W/m・K)	167	238	16	73	394

また、図1にマグネシウムの結晶構造およびすべり面を示す。マグネシウムの結晶構造は図に示すように六方最密格子であるため、常温での塑性加工は極めて困難である。これは、室温におけるすべり系が最密結晶面の底面 (0001) で最密結晶配列の3方向 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ のみであるためである。

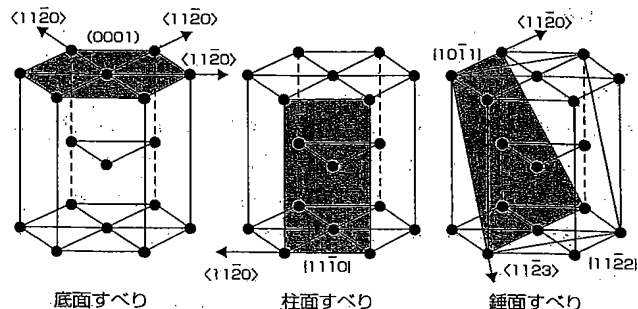


図1 マグネシウムのすべり系

しかし、温度が上がるに従って柱面 $\{10\bar{1}0\} \langle 11\bar{2}0 \rangle$ の6通り、錘面 $\{10\bar{1}1\} \langle 11\bar{2}0 \rangle$ の6通りのすべり系が新たに生じて変形能が高くなり、延性も向上する。従ってマグネシウムおよびその合金の塑性加工を行うためには、温間での加工が必要となる。現在行われている圧延加工、押出加工、鍛造加工などの塑性加工はいずれも温間にて行われている。図2に本開発で行った引抜き加工の概略図を示すが、本開発においても加工前のワイヤをヒーターで加熱することにより、引抜き加工を行っている。

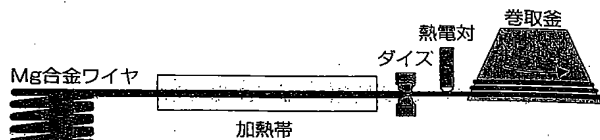


図2 引抜き加工設備

3. マグネシウム合金の化学成分

本開発では、マグネシウム合金の展伸材として一般的な Mg-Al-Zn 合金を用いている。当社は、合金組成の開発ではなく、金属組織の制御を行うことで、従来より高強度のマグネシウム合金の開発を狙った。開発に用いた化学成分を表2に示す。AZ31 合金および AZ61 合金である。AZ31

表2 マグネシウム合金ワイヤの化学成分

	Al	Zn	Mn	Si	Cu	Ni	Fe	Mg
AZ31	2.9	0.77	0.40	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	Bal.
AZ61	6.4	0.77	0.35	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	Bal.

合金は Al を約 3%、Zn を約 1% 含む合金であり、AZ61 合金は Al を約 6%、Zn を約 1% 含む合金である。

4. マグネシウム合金ワイヤの特長

4-1 ワイヤ作製および評価方法 図3にワイヤ作製および評価の方法を示す。まず $\phi 6.0\text{mm}$ の押出材を準備し、 $\phi 3.0\text{mm}$ まで引抜き加工を行った。引抜き加工されたワイヤを $200 \sim 450^\circ\text{C}$ の温度範囲にて、各温度で1時間の熱処理を施し、供試材とした。得られたワイヤを用いて、引張試験、金属組織観察、疲労試験を実施した。疲労試験は中村式回転曲げ疲労試験にて行い、 1×10^7 回のサイクル数にて実施した。疲労試験では、同径 ($\phi 3.0$) の押出材も比較材として評価した。

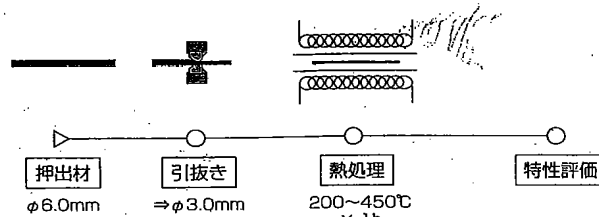


図3 工程図

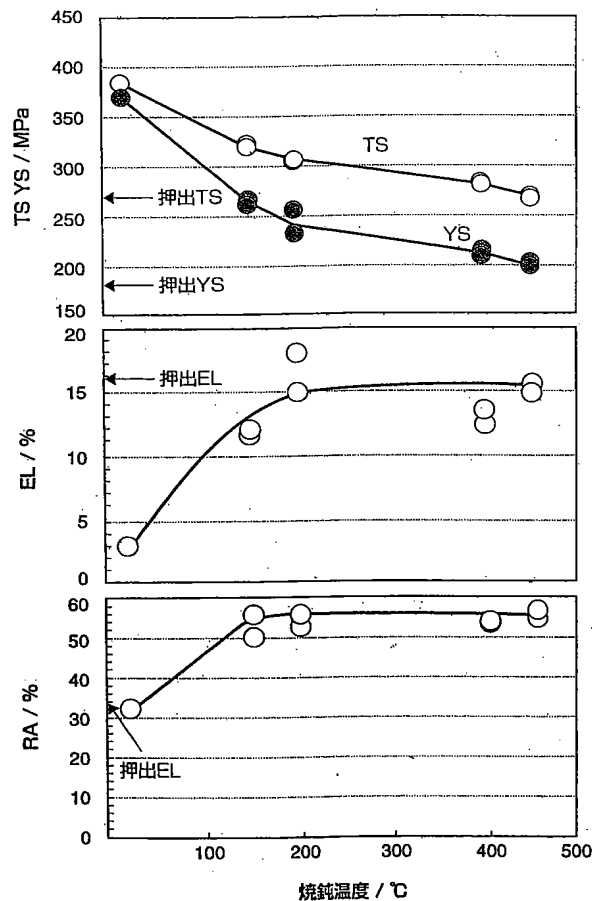


図4 AZ31 合金の引張特性

4-2 引張特性 図3に示した方法により作成したワイヤの引張特性を図4に示す。この図は、AZ31合金における引張特性に及ぼす焼鈍温度の影響を示しており、引張特性として引張強さ(TS)、降伏強さ(YS)、伸び(EL)、絞り(RA)を評価した。図中の矢印は引抜き加工を施す前の押出材の引張特性を示している。

横軸の焼鈍温度が20℃のプロットは、引抜き加工材の引張特性を示している。引抜き加工材の引張強さは、押出材の引張強さの約1.4倍を示しており、引抜き加工材の降伏強さは、押出材比約1.9倍と高い値を示している。一方、引抜き加工材の伸びは押出材に対して低下する傾向が認められる。

また、図4から、引抜き材に種々の温度で焼鈍を施すことにより、引張特性が大きく変化することがわかる。引張強さと降伏強さは焼鈍温度が高くなるに従って低下する傾向を示し、YP比も同様に低下していく。焼鈍温度が450℃の場合には、引張強さと降伏強さは加工前の押出材の値に近づいている。

一方、伸びおよび絞りの値は、焼鈍を施すことによって大きく向上している。200℃以上の温度域では、伸び、絞りともほぼ一定の値を示す。

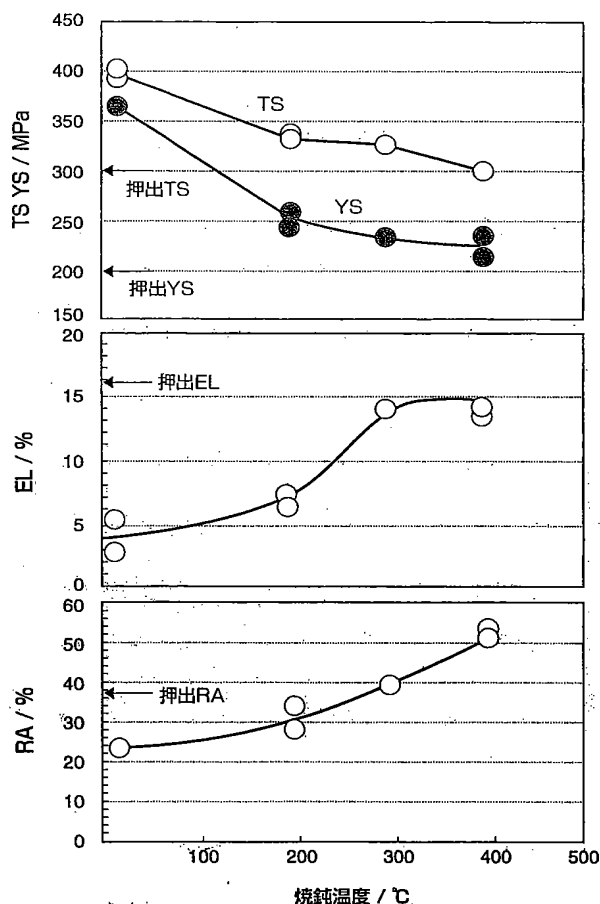


図5 AZ61合金の引張特性

また、図5にAZ61合金における引張特性と焼鈍温度の関係を示す。AZ31合金での結果とはほぼ同様に、引抜き加工材の引張強さは、押出材の引張強さの約1.3倍を示しており、引抜き加工材の降伏強さは、押出材比約1.8倍の高い値を示している。引張強さと降伏強さは焼鈍温度が高くなるに従って低下し、伸びおよび絞りの値は、焼鈍を施すことにより向上する。但し、AZ61合金では、伸びが回復する温度がAZ31合金と比較して高温側にシフトしている。これは、AZ31とAZ61合金の再結晶温度の違いに起因していると考えられる。

図6に押出材、引抜き材、および引抜き材を焼鈍したワイヤの引張特性を示す。AZ31合金においては200℃にて焼鈍されたワイヤの引張特性を、AZ61合金においては、250℃にて焼鈍されたワイヤの引張特性を示している。「引抜き」材は、押出材と比較して引張強さ、降伏強さが極めて大きいことが特徴である。さらに「引抜き+焼鈍」材は、伸びが増大し、強度と伸びのバランスに優れたワイヤとなっている。すなわち、「引抜き+焼鈍」材は、押出材と同等以上の延性を有したまま、強度を上昇させることができ、引張強さが、AZ31合金では308MPa、AZ61合金では329MPaを得ている。これが、当社の開発ワイヤの特徴である。

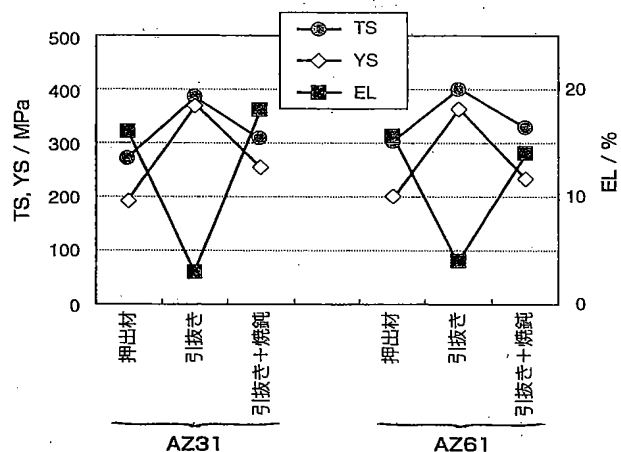


図6 引抜き材と押出材の引張特性

4-3 組織観察 写真1にAZ31合金における押出材、引抜き加工後、および各焼鈍温度における焼鈍後の光学顕微鏡写真を示す。観察面はワイヤの縦断面とし、紙面の左右方向がワイヤの軸方向を示す。押出材は大きな結晶粒を有しており、その結晶粒径は20.9μmであった。伸線加工材では、結晶粒の変形と多くの双晶変形が認められる。これは、マグネシウム合金の塑性変形において、双晶変形が寄与していることを示している。

また、焼鈍を行ったワイヤの組織写真を見ると、200℃から450℃のいずれの温度においても、再結晶組織であり、均一な結晶粒となっていることがわかる。図7に焼鈍温度

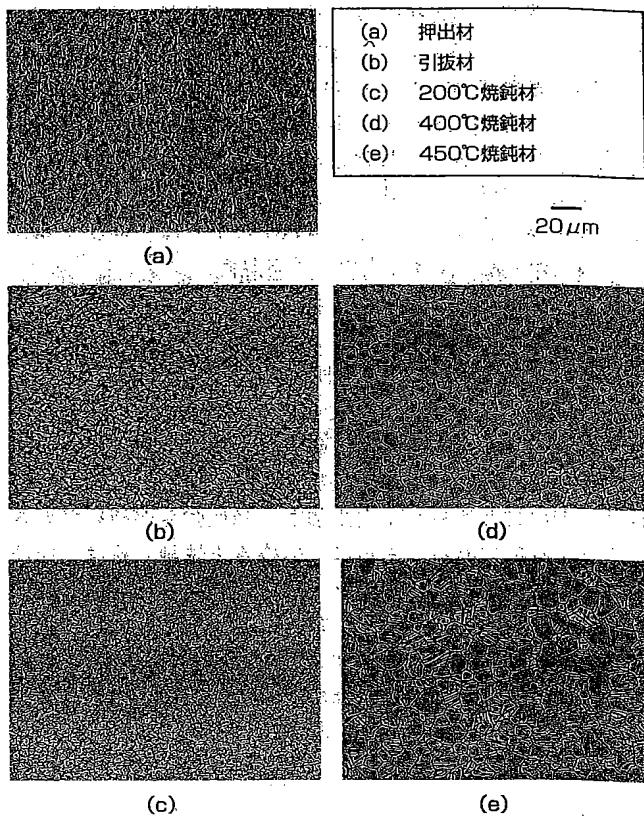


写真1 AZ31 合金押出材および引抜きワイヤのミクロ組織

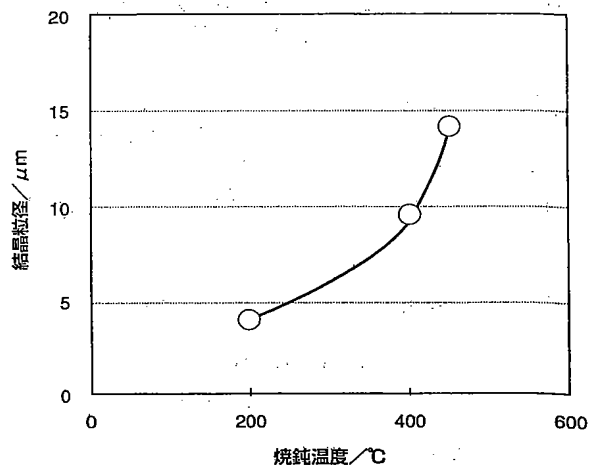


図7 結晶粒径に及ぼす焼鈍温度の影響

と結晶粒径の相関を示す。温度の上昇と共に、結晶粒が成長、粗大化していく傾向が認められる。図4の引張特性を合わせて考えると、引抜き材の引張強さおよび降伏強さは、加工硬化の影響を大きく受けており、焼鈍材の引張強さおよび降伏強さは、結晶粒径に依存していると考えられる。図8は、焼鈍された各ワイヤの結晶粒径を測定し、図4の降伏強さをプロットしたものである。図中には押出材もプ

ロットしている。降伏強さは、粒径の $-1/2$ 乗に比例しHall-Petchの法則に従うことがわかる。200℃で焼鈍を行ったワイヤは、結晶粒径が $3.9\mu\text{m}$ の極めて微細となっている。この微細結晶粒を有することが開発ワイヤの特徴の1つであり、強さと延性のバランスの良い特性が得られる理由である。

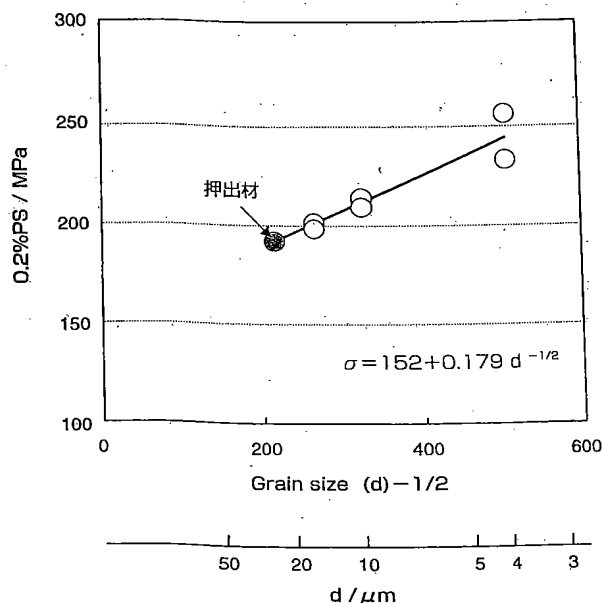


図8 結晶粒径と降伏強さの関係

4-4 疲労特性 図9に、AZ31 合金における各試料の回転曲げ疲労試験の結果を示す。疲労限は焼鈍温度によって影響を受け、低温での焼鈍を行った試料ほど、高い疲労限を示している。すなわち、結晶粒径が微細で、引張強さが高いワイヤほど高い疲労限を示している。200℃に

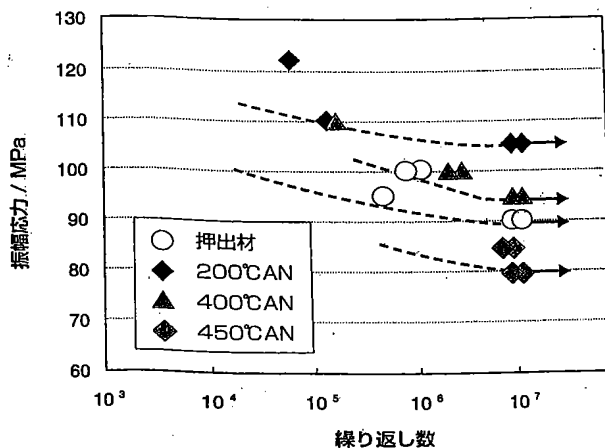


図9 焼鈍温度の疲労限に及ぼす影響 (AZ31 合金)

て焼鈍を行ったワイヤでは、105MPaの疲労限が得られている。比較材として評価した押出材の疲労限は90MPaであり、約17%向上している。

また、図10に、AZ61合金における各試料の回転曲げ疲労試験の結果を示す。AZ31合金の場合と同様に、焼鈍温度により疲労限は影響を受けている。200℃にて焼鈍を行ったワイヤでは、115MPaの疲労限が得られている。比較材として評価した押出材の疲労限は80MPaであり、約44%向上している。

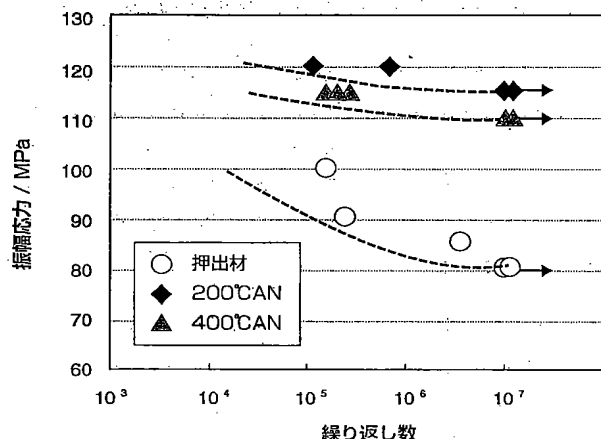


図10 焼鈍温度の疲労限に及ぼす影響 (AZ61合金)

4-5 外観および表面状態 写真2は、開発したマグネシウム合金ワイヤとばね加工例を示す。伸びの良好な開発ワイヤは室温でのばね加工が可能であり、写真中のばねはいずれも室温で加工されたものである。写真3は、ワイヤ表面のSEM像であり、比較として押出材の表面像も示してある。押出材と比較して開発ワイヤの表面は非常になめらかである。ワイヤの形状は、丸線だけでなく異形線の

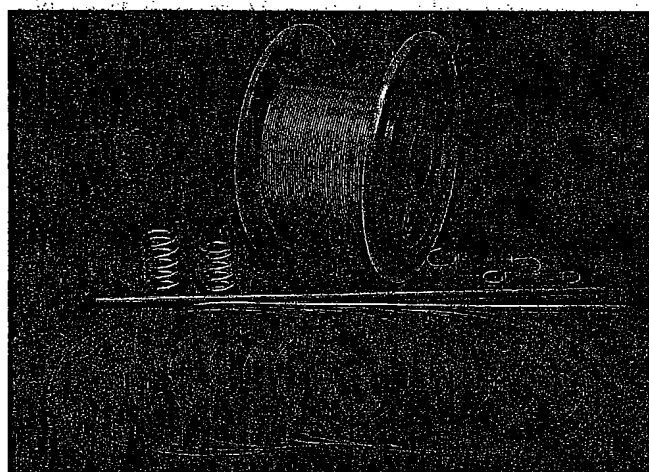
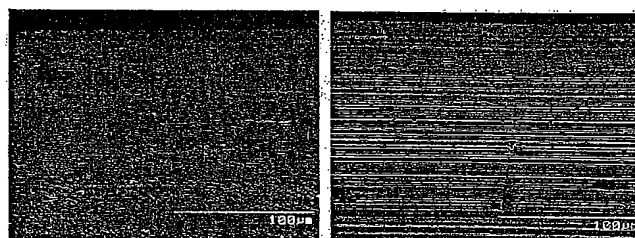


写真2 マグネシウム合金ワイヤおよびばね



(a) 引抜き加工材

(b) 押出材 50μm

写真3 ワイヤの表面状態

製造も可能である。丸線では線径最小200μm、公差±1/100mm以下のワイヤが製造可能である。

5. 結 言

Mg-Al-Zn系の合金において、従来の押出材と比べて高い引張強さ、および疲労限を有するマグネシウム合金ワイヤを開発した。特性、寸法精度など引抜き加工による安定した製造が可能であり、今後、携帯用電子機器などのネジ、補強用部材、溶接線、レジャースポーツ用品、自動車部品などの広範な用途への適用が期待される。

参 考 文 献

- (1) 清水：金属、71, 25, (2001)
- (2) 沖、宮本：塑性と加工、42, 485, (2001)
- (3) 村井、松岡、宮本、沖：軽金属、10, 539, (2001)
- (4) 小林：鍛造技法、81, No.4, 1, (2000)
- (5) 大上、関口、菊池、伊藤：塑性と加工、42, 246, (2001)

執 筆 者

大石 幸広：伊丹研究所 コアテック第二研究部 主査
河部 望：伊丹研究所 コアテック第二研究部 主任研究員
星間 昭人：住友電工スチールワイヤー(株) 精密ワイヤー統括部
岡崎 庸一：住友電工スチールワイヤー(株) 精密ワイヤー統括部 主査
岸本 明：Technical Director, P.T. Sumiden Serasi Wire Products